

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 136 696 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.08.2005 Bulletin 2005/31

(51) Int Cl.7: **F02N 17/08**, F02N 7/08,
F01B 27/08

(21) Numéro de dépôt: **01400722.3**

(22) Date de dépôt: **20.03.2001**

(54) **Procédé et dispositif de positionnement d'un moteur thermique, dans une position d'arrêt facilitant le démarrage**

Vorrichtung und Verfahren zur Posionierung einer Brennkraftmaschine in einer startgünstigen Position

Process and device for positioning a combustion engine in a favourable starting position

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorité: **21.03.2000 FR 0003609**

(43) Date de publication de la demande:
26.09.2001 Bulletin 2001/39

(73) Titulaire: **Peugeot Citroen Automobiles SA
92200 Neuilly sur Seine (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Gohin, Gérard
78210 Saint-Cyr L'Ecole (FR)**

• **Basso, Vincent
91640 Briis sous Forges (FR)**

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 985 822 US-A- 3 762 387
US-A- 5 687 682**

EP 1 136 696 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif de positionnement des organes mobiles d'un moteur thermique, dans une position d'arrêt du moteur facilitant le démarrage.

[0002] Les moteurs thermiques à combustion interne comportent au moins un piston mobile de manière alternative dans un cylindre et généralement plusieurs pistons montés mobiles chacun dans un cylindre, le piston ou chacun des pistons étant relié à un vilebrequin par une bielle entraînant le vilebrequin en rotation autour d'un axe.

[0003] On a constaté, qu'après un arrêt d'un moteur thermique, la puissance nécessaire au redémarrage du moteur est essentiellement variable entre une puissance minimale de démarrage et une puissance maximale qui est d'environ 30 % supérieure à la puissance minimale. Bien entendu, afin d'optimiser le fonctionnement des moteurs au démarrage et à solliciter le moins possible le démarreur et la batterie alimentant le démarreur, il serait souhaitable de régler les conditions de fonctionnement du moteur, de manière à pouvoir le démarrer dans tous les cas à une puissance voisine de la puissance minimale.

[0004] L'inventeur de la présente demande de brevet a pu constater que la puissance de démarrage dépendait en particulier de la position des organes mobiles du moteur à l'arrêt avant le démarrage et tout particulièrement de la position angulaire du vilebrequin.

[0005] Jusqu'ici, ce fait n'a jamais conduit à la conception d'un procédé permettant de faciliter le démarrage d'un moteur thermique.

[0006] On a déjà proposé (US-A-5,687,682) d'utiliser une machine électrique pour régler la position angulaire du vilebrequin d'un moteur. Toutefois, le procédé et le dispositif suivant l'art antérieur ne permettent pas de régler la position d'arrêt du moteur.

[0007] L'invention est donc relative à un procédé de positionnement des organes mobiles d'un moteur thermique, dans une position d'arrêt du moteur facilitant le démarrage, le moteur comportant au moins un piston mobile de manière alternative dans un cylindre, relié à un vilebrequin par une bielle entraînant le vilebrequin en rotation autour d'un axe, dans lequel on règle la position angulaire du vilebrequin autour de son axe de rotation, pour le placer dans une position angulaire prédéterminée, à l'aide d'une machine tournante électrique reliée en rotation au vilebrequin et caractérisé par le fait qu'on freine le moteur thermique à l'aide de la machine tournante électrique, pendant l'arrêt du moteur thermique, de manière qu'au moment de l'arrêt complet du moteur thermique, le vilebrequin se trouve dans sa position angulaire prédéterminée.

[0008] Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple, en se référant aux figures jointes en annexe, deux modes de réalisation du procédé de positionnement suivant l'invention

facilitant le démarrage d'un moteur thermique.

La figure 1 est une vue schématique montrant les organes mobiles piston, bielle et vilebrequin d'un moteur thermique et des positions angulaires d'arrêt du vilebrequin.

La figure 2 est une vue en perspective montrant un dispositif permettant de mettre en oeuvre le procédé de l'invention.

La figure 3 est un logigramme relatif à la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

[0009] Sur la figure 1 on a représenté de manière schématique un piston 1 d'un moteur à combustion interne qui se déplace, pendant le fonctionnement du moteur, dans un cylindre du moteur, comme représenté par la double flèche 2.

[0010] Le piston 1 est relié par l'intermédiaire d'une bielle 3 à un vilebrequin 4 monté rotatif autour d'un axe 5.

[0011] Bien entendu, les dimensions relatives des organes du moteur ont été figurées de manière tout à fait conventionnelle. En particulier, la section du vilebrequin 4 a été fortement exagérée pour montrer les positions angulaires d'arrêt du vilebrequin.

[0012] Le vilebrequin 4 est entraîné en rotation autour de son axe 5 par la bielle 3 transformant le mouvement linéaire du piston 1 en mouvement de rotation.

[0013] On a constaté que le vilebrequin tel que le vilebrequin 4 d'un moteur thermique, au moment de l'arrêt du moteur, s'arrête systématiquement en une position angulaire autour de son axe de rotation, située dans une zone angulaire s'étendant de part et d'autre d'une position moyenne P_m avec une amplitude angulaire respectivement A_1 et A_2 .

[0014] Sur la figure 1, on a représenté, sur un cercle en pointillés centré sur l'axe 5 du vilebrequin 4, la position d'arrêt moyenne P_m et les positions extrêmes d'arrêt $P_m + A_1$ et $P_m - A_2$.

[0015] On a également constaté que le démarrage du moteur est réalisé plus facilement à partir de la position initiale moyenne P_m et que le démarrage est d'autant plus difficile que la position initiale du vilebrequin se rapproche des positions extrêmes $P_m + A_1$ et $P_m - A_2$.

[0016] Lors d'un démarrage à partir d'un des deux points extrêmes $P_m + A_1$ et $P_m - A_2$, la puissance de démarrage nécessaire est d'environ 30 % supérieure à la puissance correspondant à la position initiale moyenne P_m .

[0017] En partant de cette constatation, l'inventeur de la présente demande de brevet a conçu un procédé et un dispositif permettant de faciliter le démarrage d'un moteur thermique et de réaliser, dans tous les cas, le démarrage du moteur, dans des conditions pratiquement optimales.

[0018] L'invention concerne donc un procédé et un dispositif permettant de placer les organes mobiles du moteur et en particulier le vilebrequin, de manière auto-

matique, dans une position facilitant le démarrage du moteur et permettant un démarrage avec une puissance de démarrage minimale.

[0019] Sur la figure 2, on a représenté de manière schématique un dispositif permettant de mettre en oeuvre le procédé de l'invention, pour faciliter le démarrage d'un moteur thermique 6 représenté, de manière conventionnelle, sous la forme d'un parallélépipède.

[0020] Le moteur thermique 6 comporte un vilebrequin monté rotatif suivant un axe longitudinal du moteur 6 et solidaire, à ses extrémités longitudinales, d'une poulie 7 et d'un volant 8, respectivement.

[0021] Le dispositif de réglage de la position d'arrêt du moteur selon l'invention comporte une machine électrique tournante 10 qui peut être, comme il sera expliqué plus loin, un alternateur ou un moteur électrique.

[0022] Sur l'arbre de sortie rotatif 11 de la machine tournante 10 est calée une poulie 12. Une courroie d'entraînement 13 passant sur les poulies 7 et 12 permet de réaliser une liaison en rotation du vilebrequin du moteur thermique 6 et de l'arbre de sortie de la machine tournante 10. Bien entendu, la liaison en rotation du vilebrequin du moteur 6 et de l'arbre de la machine tournante 10 pourrait être obtenue par des moyens différents de poulies et d'une courroie.

[0023] La machine tournante électrique 10 est reliée, par l'intermédiaire d'un module de commande électronique 9, à une batterie 14 qui peut être la batterie d'un véhicule automobile entraîné par le moteur thermique 6.

[0024] Un capteur de position 15 permet de repérer de manière très précise la position angulaire du volant 8 et du vilebrequin du moteur 6. Le capteur de position 15 est relié au module de commande électronique 9, de manière à transmettre un signal de position représentatif de la position instantanée du vilebrequin du moteur thermique 6. Le module de commande électronique 9 reçoit également un signal de consigne 16 correspondant à un signal de position représentatif de la position moyenne idéale P_m du vilebrequin du moteur thermique 6, pour laquelle le démarrage est obtenu avec une puissance de démarrage minimale.

[0025] On réalise le réglage de position angulaire du vilebrequin du moteur, pendant l'arrêt du moteur, pour obtenir une position de redémarrage favorable du moteur après l'arrêt.

[0026] Au moment où l'arrêt du moteur est demandé par le conducteur (fonction stop), un ordre est transmis au boîtier électronique de commande 9, de manière qu'il réalise l'acquisition d'un signal de position angulaire du vilebrequin du moteur thermique 6 transmis par le capteur de position 15. Le boîtier de commande électronique 9 réalise l'acquisition en continu de la position angulaire instantanée du vilebrequin du moteur thermique 6. On peut réaliser également l'acquisition de la vitesse de rotation du vilebrequin, en temps réel, pendant la décélération du moteur.

[0027] La machine électrique tournante 10, qui peut être constituée par l'alternateur du véhicule automobile,

est réalisée et commandée de manière à pouvoir fonctionner de façon réversible.

[0028] Pendant l'arrêt et la décélération du moteur thermique, la machine électrique réversible 10 permet de piloter la décélération du moteur pour forcer son arrêt sur la position angulaire privilégiée P_m du vilebrequin du moteur thermique 6. La machine électrique est pilotée par le boîtier de commande électronique 9, de façon à créer un couple résistant permettant de freiner le moteur thermique 6. Le courant produit par la machine électrique réversible 10 permet alors de recharger la batterie 14.

[0029] La commande de la machine électrique 10 est adaptée pour tenir compte, à tous les régimes de fonctionnement du moteur thermique, de la valeur du couple produit, de manière à assurer une approche correcte de la position d'arrêt idéale du vilebrequin.

[0030] Sur la figure 3, on a représenté, sous la forme d'un logigramme, la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

[0031] L'unité de commande électronique de la machine électrique constituée par exemple par un alternateur de type réversible reçoit en entrée un signal de position du vilebrequin du moteur θ_{mot} . Le signal de position est traité dans une première unité 17 du module de commande, de manière à obtenir la vitesse du moteur exprimée en tour/minute sous la forme de la valeur N et comparé, comme représenté en 18a, 18b et 18c sur la figure 3, à la vitesse du moteur au ralenti N_r et à une vitesse N_1 prédéterminée inférieure à la vitesse au ralenti N_r .

[0032] Lorsque la vitesse instantanée du moteur N est comprise entre N_1 et N_r , on commande l'alternateur par le boîtier électronique 9, de manière à réaliser un freinage continu du moteur thermique 6. Cette étape du procédé est représentée en 19a.

[0033] Lorsque la vitesse du moteur N est inférieure à la vitesse N_1 , avant l'arrêt du moteur thermique, on réalise un freinage périodique du moteur thermique 6 par l'alternateur, comme représenté en 19b. Le freinage périodique consiste à freiner le moteur thermique 6, lorsque le vilebrequin se trouve entre les deux positions extrêmes $P_m + A_1$ et $P_m - A_2$, c'est-à-dire dans la zone angulaire d'arrêt du vilebrequin. On module le couple résistant exercé sur le moteur thermique à partir de l'alternateur 10, de manière à augmenter le couple résistant à l'approche de la position idéale P_m du vilebrequin.

[0034] Lorsqu'on a obtenu l'arrêt complet du moteur, comme représenté en 18c, on réalise une comparaison entre la position du vilebrequin mesurée par le capteur de position 15 et la position théorique idéale P_m . Si l'on détecte un écart entre ces deux positions, on réalise un recalage statique comme figuré à l'étape 19c sur la figure 3. Le recalage statique du vilebrequin consiste à alimenter l'alternateur fonctionnant en moteur, pour le faire tourner dans un sens ou dans l'autre jusqu'à obtenir la position idéale du vilebrequin.

[0035] L'alternateur peut alors être utilisé en moteur

pour réaliser le démarrage du moteur thermique avec une puissance de démarrage réduite.

[0036] La fonction de l'alternateur réversible réalisant, au moment de l'arrêt du moteur, son positionnement dans la position angulaire idéale et le démarrage du moteur à partir de cette position idéale peut faciliter la mise en oeuvre d'une fonction "stop and start".

[0037] Le procédé suivant l'invention permet donc de placer rapidement les éléments mobiles du moteur au moment de l'arrêt ou après l'arrêt du moteur thermique, pour obtenir des conditions de démarrage idéales, lors d'une utilisation future du moteur.

[0038] Dans le cas où l'on réalise la mise en oeuvre du procédé de l'invention en utilisant un alternateur réversible qui peut être l'alternateur du véhicule automobile dont le moteur thermique assure la traction, les moyens supplémentaires nécessaires pour cette mise en oeuvre sont constitués uniquement par un capteur de mesure de position angulaire du vilebrequin et par une unité de calcul et de commande programmée. La mise en oeuvre du procédé de l'invention n'entraîne donc qu'un très faible surcoût dans le cadre de la production industrielle d'un véhicule automobile.

[0039] Il est toutefois possible d'utiliser un moteur électrique indépendant de l'alternateur pour réaliser le recalage du moteur thermique, ou un système mécanique débrayable.

[0040] La mise en oeuvre du procédé de l'invention permet d'autre part d'obtenir une économie d'énergie, du fait qu'on récupère de l'énergie de charge de la batterie, pendant le freinage du moteur thermique, lors de son arrêt. En outre, l'obtention de la position idéale d'arrêt du moteur est obtenue plus rapidement que lorsqu'on effectue un recalage consécutif à l'arrêt du moteur. Cependant, la mise en oeuvre du procédé de l'invention est relativement complexe et nécessite l'utilisation de moyens de calcul et de commande d'une assez grande complexité.

[0041] L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

[0042] C'est ainsi qu'on peut utiliser à la place d'un alternateur réversible, un ensemble constitué par un alternateur et un moteur.

[0043] On peut utiliser une machine électrique de tout type à alimentation continue ou alternative.

[0044] L'invention s'applique à tout moteur thermique et en particulier aux moteurs thermiques assurant la traction des véhicules automobiles.

Revendications

1. Procédé de positionnement des organes mobiles (2, 3, 4) d'un moteur thermique (6), dans une position d'arrêt du moteur (6) facilitant le démarrage, le moteur (6) comportant au moins un piston (2) mobile de manière alternative dans un cylindre, relié à un vilebrequin (4) par une bielle (3) entraînant le vi-

lebrequin (4) en rotation autour d'un axe (5), dans lequel on règle la position angulaire du vilebrequin (4) autour de son axe de rotation (5), pour le placer dans une position angulaire (P_m) prédéterminée, à l'aide d'une machine tournante électrique (10) reliée en rotation au vilebrequin (4), **caractérisé par le fait qu'on freine le moteur thermique (6) à l'aide de la machine tournante électrique (10), pendant l'arrêt du moteur thermique (6), de manière qu'au moment de l'arrêt complet du moteur thermique (6), le vilebrequin (4) se trouve dans sa position angulaire (P_m) prédéterminée.**

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'on module le freinage du moteur thermique (6) en fonction de la vitesse de rotation du moteur thermique (6) mesurée pendant l'arrêt du moteur thermique (6).**

3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé par le fait qu'on réalise un freinage continu du moteur thermique (6) en exerçant un couple résistant sur le vilebrequin (4) lorsque la vitesse du moteur thermique (6) est comprise entre une vitesse prédéterminée (N_1) inférieure à la vitesse de ralenti (N_r) du moteur et la vitesse de ralenti, et qu'on réalise un freinage périodique du moteur, lorsque sa vitesse est inférieure à la vitesse (N_1) prédéterminée inférieure à la vitesse de ralenti, le freinage du moteur étant réalisé au cours de périodes où le vilebrequin est dans une zone d'arrêt s'étendant de part et d'autre de la position angulaire prédéterminée (P_m).**

4. Procédé suivant la revendication 3, **caractérisé par le fait qu'on module le freinage périodique du moteur dans la zone angulaire d'arrêt du vilebrequin (4) en rendant le couple résistant de la machine électrique (10) maximal dans la position angulaire prédéterminée (P_m) du vilebrequin (4).**

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait qu'après l'arrêt complet du moteur thermique (6), on effectue un recalage statique de position du vilebrequin (4), en utilisant la machine tournante électrique comme moteur.**

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait qu'on mesure la position angulaire du vilebrequin (4) du moteur, qu'on compare cette position angulaire à la position angulaire prédéterminée (P_m) et qu'on élabore à partir du résultat de la comparaison, un signal de commande de la machine tournante électrique (10) pour réaliser l'une au moins des fonctions de freinage et de recalage du moteur thermique (6).**

7. Dispositif de positionnement des organes mobiles

(2, 3, 4) d'un moteur thermique (6), dans une position d'arrêt du moteur (6) facilitant le démarrage, le moteur thermique (6) comportant au moins un piston (2) mobile de manière alternative dans un cylindre, relié à un vilebrequin (4) par une bielle (3) entraînant le vilebrequin en rotation autour d'un axe (5), **caractérisé par le fait qu'il** comporte une machine électrique tournante (10) reliée en rotation au vilebrequin (4) du moteur thermique (6) et des moyens de commande électronique (9, 23) de la machine électrique (10) pour freiner et arrêter le moteur thermique (6) avec son vilebrequin dans une position angulaire prédéterminée (P_m).

8. Dispositif suivant la revendication 7, **caractérisé par le fait que** la machine tournante électrique (10) est un alternateur réversible pouvant fonctionner en alternateur ou en moteur.

9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisé par le fait que** les moyens de commande de la machine tournante électrique (10) comportent des moyens de comparaison de la vitesse du moteur à des valeurs prédéterminées et des moyens de commande du freinage du moteur thermique (6) par la machine tournante électrique (10) en fonction des résultats de la comparaison de la vitesse du moteur et des valeurs prédéterminées.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionierung beweglicher Organe (2, 3, 4) eines Verbrennungsmotors (6) in einer startgünstigen Halteposition des Motors (6), wobei der Motor (6) zumindest einen in einem Zylinder hin- und herlaufenden Kolben (2) aufweist, der mit einer Kurbelwelle (4) über eine Pleuelstange (3) verbunden ist, welche die Kurbelwelle (4) in Drehung um eine Achse (5) antreibt, wobei die Winkelposition der Kurbelwelle (4) um ihre Drehachse (5) geregelt wird, um sie mit Hilfe einer in Drehung mit der Kurbelwelle (4) verbundenen elektrischen Maschine (10) in einer vorbestimmten Winkelposition (P_m) anzuordnen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor (6) mit Hilfe der elektrischen Maschine (10) während des Anhaltens des Verbrennungsmotors (6) derart abgebremst wird, dass die Kurbelwelle (4) sich zum Zeitpunkt des vollständigen Stillstands des Verbrennungsmotors (6) in ihrer vorbestimmten Winkelposition (P_m) befindet.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abbremsen des Verbrennungsmotors (6) in Abhängigkeit von der Drehzahl des Verbrennungsmotors (6), die während des Anhaltens des Verbrennungsmotors (6) gemessen wird,

moduliert wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein kontinuierliches Abbremsen des Verbrennungsmotors (6) durchgeführt wird, indem ein Gegenmoment auf die Kurbelwelle (4) ausgeübt wird, wenn die Drehzahl des Verbrennungsmotors (6) zwischen einer vorbestimmten Drehzahl (N_1), die kleiner ist als die Leerlaufdrehzahl, und der Leerlaufdrehzahl liegt, und dass ein periodisches Abbremsen des Motors durchgeführt wird, wenn seine Drehzahl kleiner ist als die vorbestimmte Drehzahl (N_1), die kleiner ist als die Leerlaufdrehzahl, wobei das Abbremsen des Motors während Zeitspannen durchgeführt wird, in denen sich die Kurbelwelle in einem Haltebereich befindet, der sich beidseits von der vorbestimmten Winkelposition (P_m) erstreckt.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das periodische Abbremsen des Motors in dem Winkelhaltebereich der Kurbelwelle (4) moduliert wird, indem das Gegenmoment der elektrischen Maschine (10) in der vorbestimmten Winkelposition (P_m) der Kurbelwelle (4) maximal ausgebildet wird.

5. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem vollständigen Stillstand des Verbrennungsmotors (6) eine statische Positionseinstellung der Kurbelwelle (4) unter Verwendung der elektrischen Maschine als Motor durchgeführt wird.

6. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelposition der Kurbelwelle (4) des Motors gemessen wird, dass diese Winkelposition mit der vorbestimmten Winkelposition (P_m) verglichen wird, und dass anhand des Vergleichsergebnisses ein Steuersignal für die elektrische Maschine entwickelt wird, um zumindest eine der Funktionen des Bremsens und der Neueinstellung des Verbrennungsmotors (6) zu erfüllen.

7. Vorrichtung zur Positionierung beweglicher Organe (2, 3, 4) eines Verbrennungsmotors (6) in einer startgünstigen Halteposition des Motors (6), wobei der Verbrennungsmotor (6) zumindest einen in einem Zylinder hin- und herlaufenden Kolben (2) aufweist, der mit einer Kurbelwelle (4) über eine Pleuelstange (3) verbunden ist, welche die Kurbelwelle (4) in Drehung um eine Achse (5) antreibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine elektrische Maschine (10) aufweist, die in Drehung mit der Kurbelwelle (4) des Verbrennungsmotors (6) verbunden ist, und elektronische Steuervorrichtungen (9, 23) für die elektrische Maschine (10), um den Verbren-

nungsmotor (6) mit seiner Kurbelwelle in einer vorbestimmten Winkelposition (P_m) abzubremsen und anzuhalten.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Maschine (10) aus einem reversiblen Wechselstromgenerator besteht, der als Wechselstromgenerator oder als Motor funktionieren kann.
9. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuervorrichtungen für die elektrische Maschine (10) Vorrichtungen zum Vergleichen der Drehzahl des Motors mit vorbestimmten Werten und Steuervorrichtungen für das Abbremsen des Verbrennungsmotors (6) durch die elektrische Maschine (10) in Abhängigkeit von den Ergebnissen des Vergleichs der Drehzahl des Motors mit den vorbestimmten Werten aufweisen.

Claims

1. Method of positioning movable components (2, 3, 4) of a thermal engine (6), in a stopped position of the engine (6) facilitating starting, the engine (6) comprising at least one piston (2) able to move in alternating fashion in a cylinder, connected to a crankshaft (4) by a connecting rod (3) driving the crankshaft (4) in rotation about an axis (5), in which the angular position of the crankshaft (4) is adjusted about its axis of rotation (5), in order to place it in a predetermined angular position (P_m), by means of a rotary electrical machine (10) rotationally connected to the crankshaft (4), **characterised in that** the thermal engine (6) is braked by means of the rotary electrical machine (10), during the stoppage of the thermal engine (6), so that, at the time of complete stoppage of the thermal engine (6), the crankshaft (4) is situated in its predetermined angular position (P_m).
2. Method according to Claim 1, **characterised by** the fact that the braking of the thermal engine (6) is modulated according to the speed of rotation of the thermal engine (6) measured during the stoppage of the thermal engine (6).
3. Method according to Claim 2, **characterised by** the fact that continuous braking of the thermal engine (6) is achieved by exerting a torque on the crankshaft (4) when the speed of the thermal engine (6) is between a predetermined speed (N_1) less than the tickover speed (N_t) of the engine and the tickover speed, and by the fact that a periodic braking of the engine is effected when its speed is less than the predetermined speed (N_1) less than the tickover speed, the braking of the engine being effected during periods when the crankshaft is in a stop zone extending on each side of the predetermined angular position (P_m).
4. Method according to Claim 3, **characterised by** the fact that the periodic braking of the engine in the angular stop zone of the crankshaft (4) is modulated by making the torque of the electrical machine (10) maximum in the predetermined angular position (P_m) of the crankshaft (4).
5. Method according to any one of Claims 1 to 4, **characterised by** the fact that, after the complete stoppage of the thermal engine (6), a static resetting of the position of the crankshaft (4) is effected, using the rotary electrical machine as a motor.
6. Method according to any one of Claims 1 to 5, **characterised by** the fact that the angular position of the crankshaft (4) of the engine is measured, this angular position is compared with the predetermined angular position (P_m) and, from the result of the comparison, a control signal for the rotary electrical machine (10) is produced in order to perform at least one of the braking and resetting functions of the thermal engine (6).
7. Device for positioning the movable components (2, 3, 4) of a thermal engine (6), in a stopped position of the engine (6) facilitating starting, the thermal engine (6) comprising at least one piston (2) able to move in an alternating fashion in a cylinder, connected to a crankshaft (4) by a connecting rod (3) driving the crankshaft in rotation about an axis (5), **characterised by** the fact that it comprises a rotary electrical machine (10) rotationally connected to the crankshaft (4) of the thermal engine (6) and means for the electronic control (9, 23) of the electrical machine (10) in order to brake and stop the thermal engine (6) with its crankshaft in a predetermined angular position (P_m).
8. Device according to Claim 7, **characterised by** the fact that the rotary electrical machine (10) is a reversible alternator able to function as an alternator or as a motor.
9. Device according to either one of Claims 7 and 8, **characterised by** the fact that the control means for the rotary electrical machine (10) comprise means of comparing the speed of the engine with predetermined values and means of controlling the braking of the thermal engine (6) by the electrical rotary machine (10) according to the results of the comparison of the speed of the engine and predetermined values.

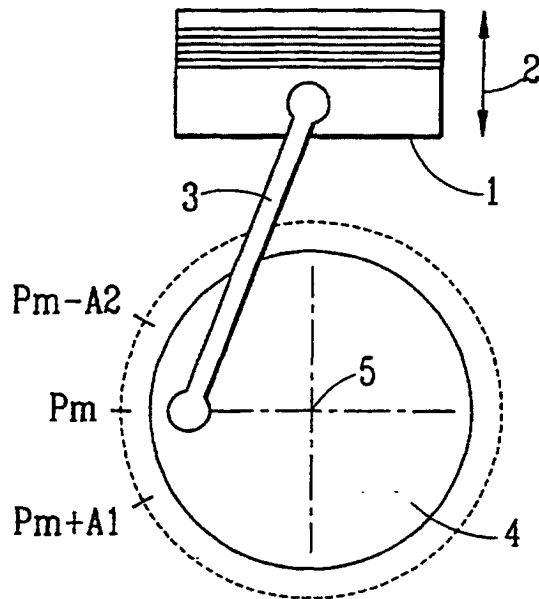


FIG. 1

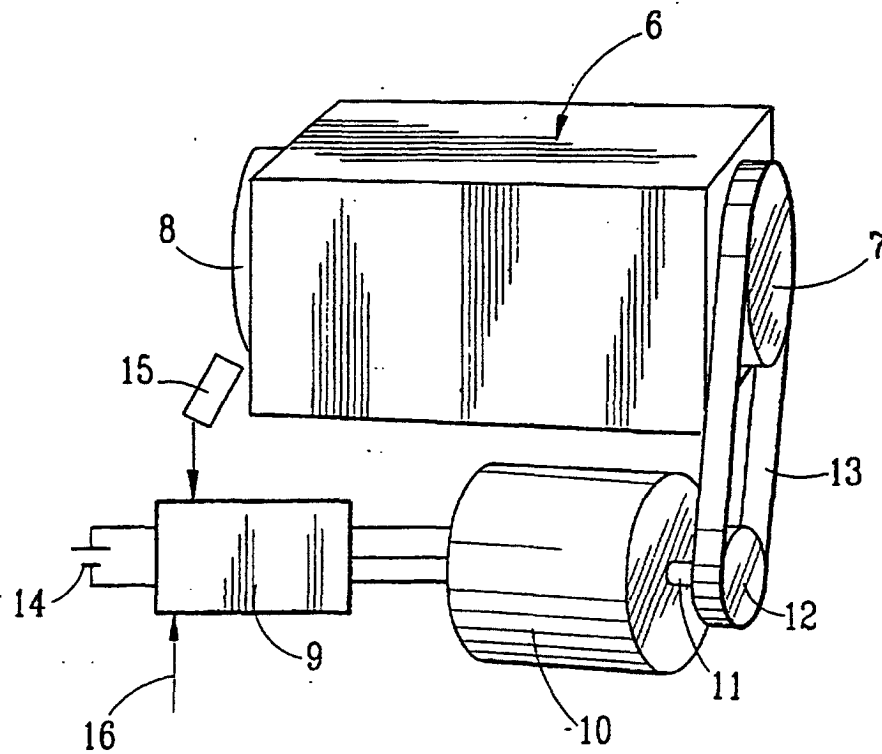
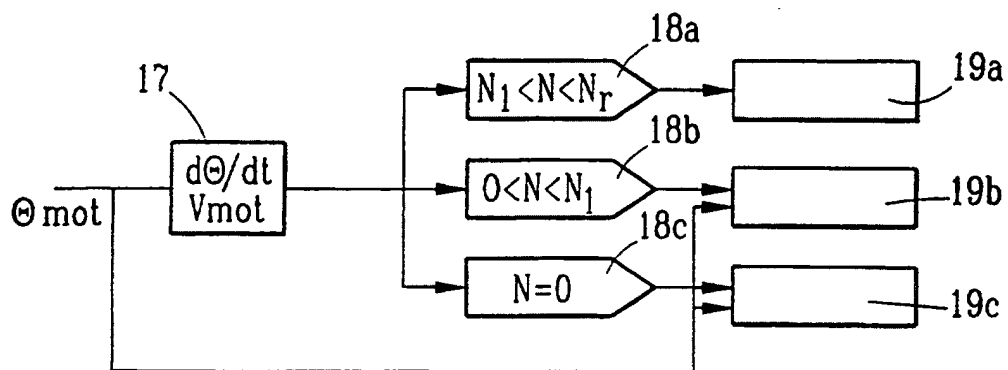
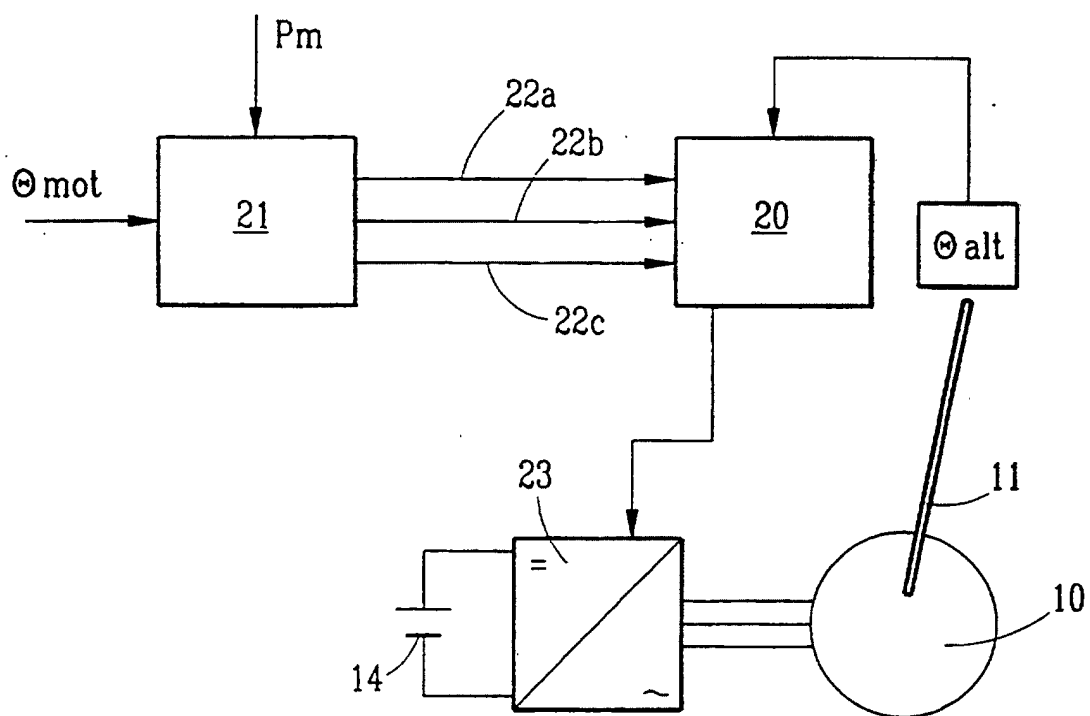


FIG. 2

FIG.3FIG.4